

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09174117
PUBLICATION DATE : 08-07-97

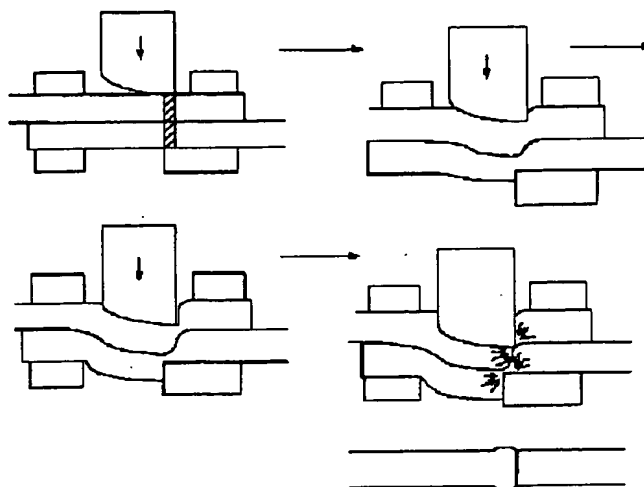
APPLICATION DATE : 25-10-96
APPLICATION NUMBER : 08283661

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : HORII KENJI;

INT.CL. : B21B 15/00 B21B 1/26 B21D 39/03
B23K 20/00 B23K 37/04

TITLE : METHOD FOR JOINING METALLIC
PLATES AND DEVICE THEREFOR



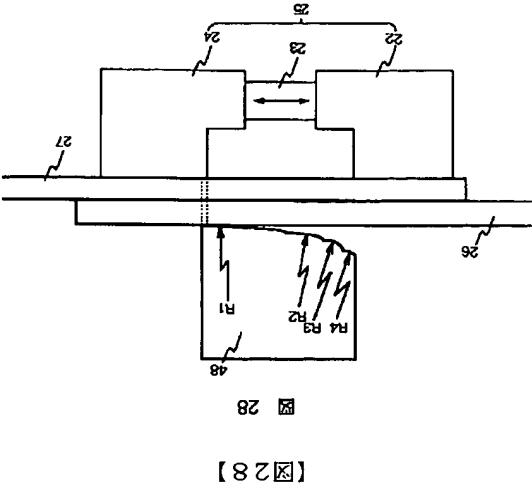
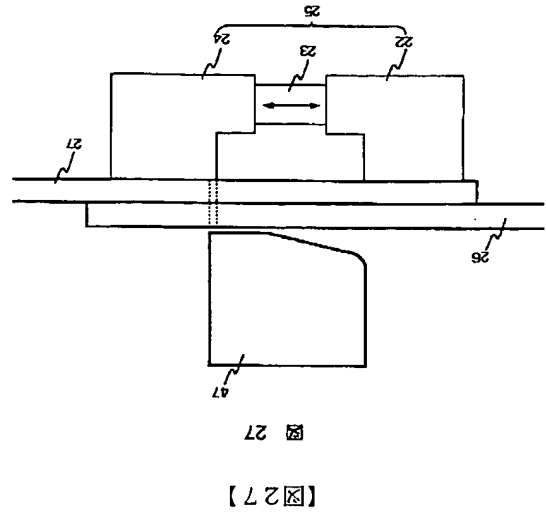
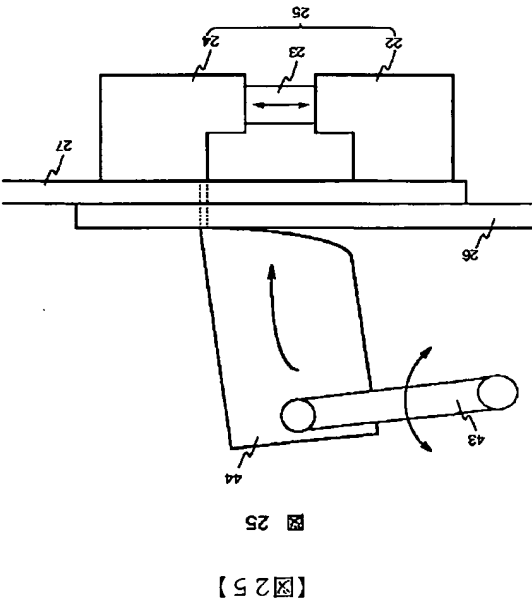
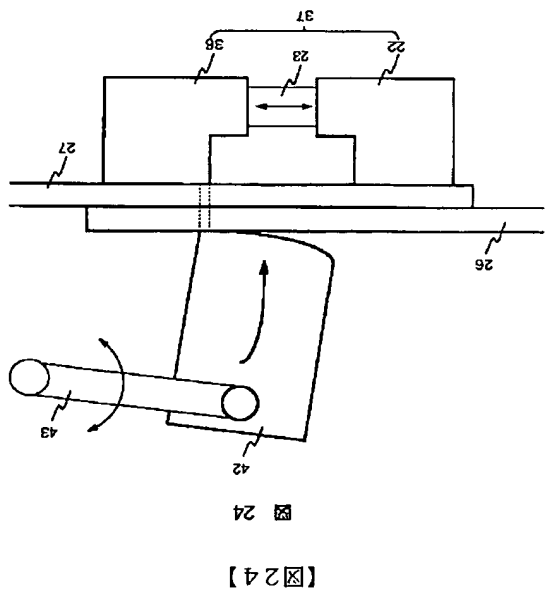
ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To join metal plates having enough strength in a short time by lapping joining scheduled parts of metallic plates, supporting them from the lower side with supporting stands and relatively moving them so that the lapping part is clamped between a cutting blade and the supporting stand.

SOLUTION: A lapping part of metallic plates is clamped from upper and lower sides and fixed. A cutting blade is lowered from an upper direction. A lap part (part to be clamped and pressed) showing in hatching exists on the extending area of the motion locus of the cutting blade and the clamp of the lower side. The lap part is pressed from the upper and lower direction. Because the metallic plate to be joined is restricted, the escaping place of the pressure exists only to the lateral direction. Following the shearing blade is lowered downward, the pressure to the lateral direction is raised. With this pressure, the metal of pressing part is deformed plastically. The shearing blade is lowered until matching upper and lower faces of an upper metallic plate and a lower metallic plate, and it is stopped. The front face of plastic flow part is made largely active. Because mutual parts of the upper and lower metal plates of plastic deformation flowing are pressed, the firm joining is realized.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(18)

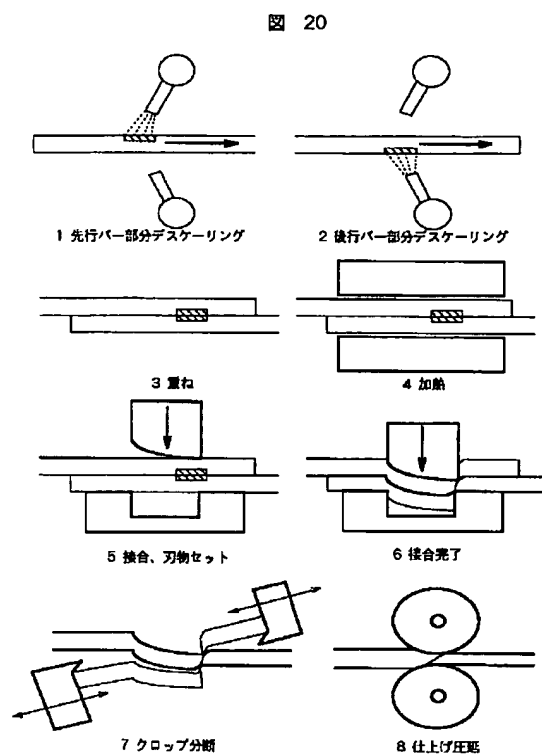
特開平9-174117



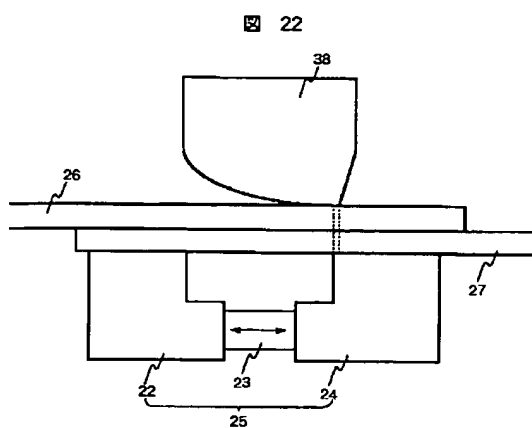
(17)

特開平9-174117

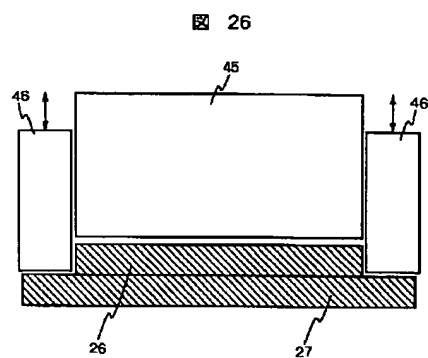
【図20】



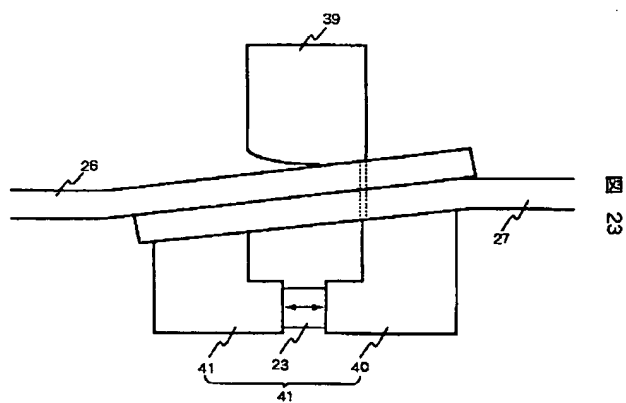
【図22】



【図26】



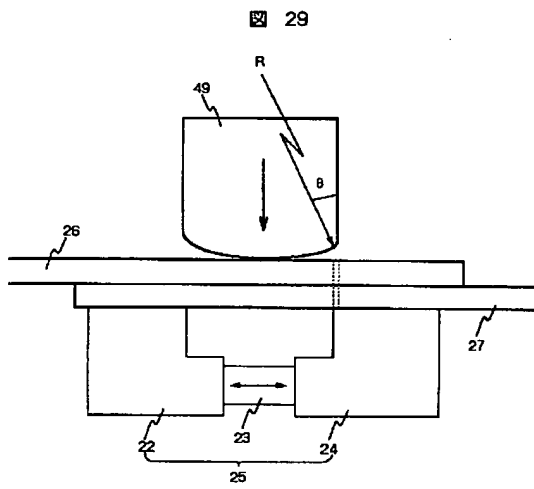
【図23】



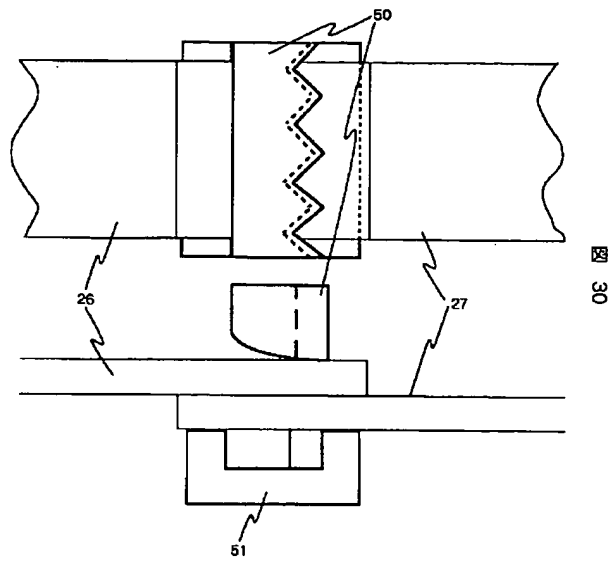
(19)

特開平9-174117

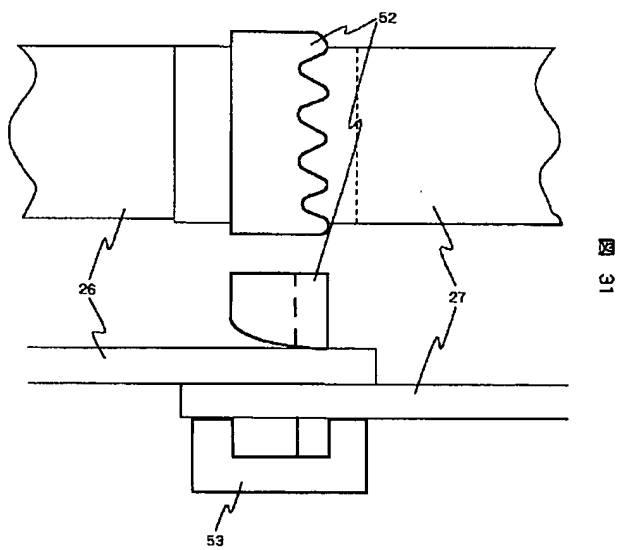
【図29】



【図30】



【図31】



(20)

特開平9-174117

【図32】

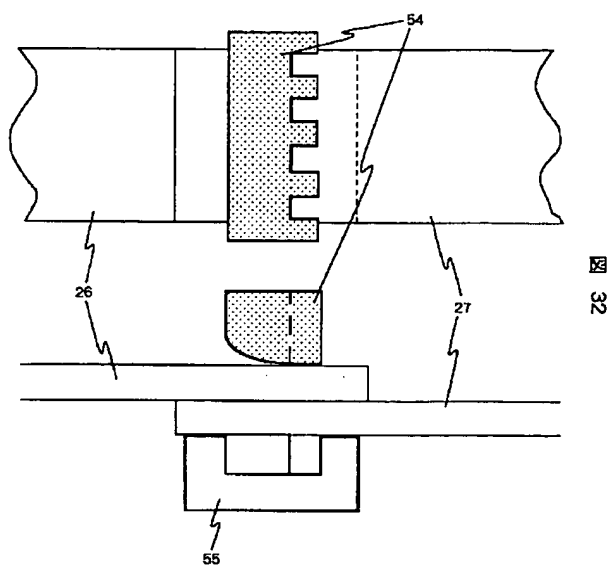


図 32

【図33】

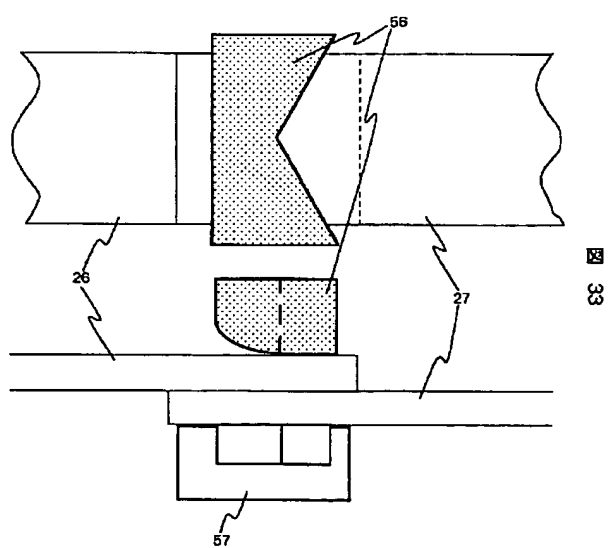
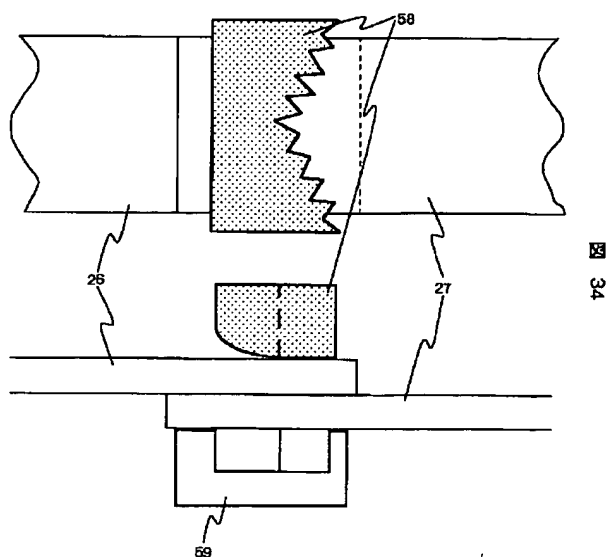


図 33

(21)

特開平9-174117

【図34】



フロントページの続き

(72)発明者 益子 隆

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 西野 忠

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

(72)発明者 二瓶 充雄

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72)発明者 堀井 健治

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-174117

(43) 公開日 平成9年(1997)7月8日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 1 B 15/00			B 2 1 B 15/00	A
1/26			1/26	C
B 2 1 D 39/03			B 2 1 D 39/03	B
B 2 3 K 20/00	3 4 0		B 2 3 K 20/00	3 4 0
37/04			37/04	E
審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 21 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-283661

(22) 出願日 平成8年(1996)10月25日

(31) 優先権主張番号 特願平7-280116

(32) 優先日 平7(1995)10月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 石川 文紀

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 舟本 孝雄

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 長久保 源

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

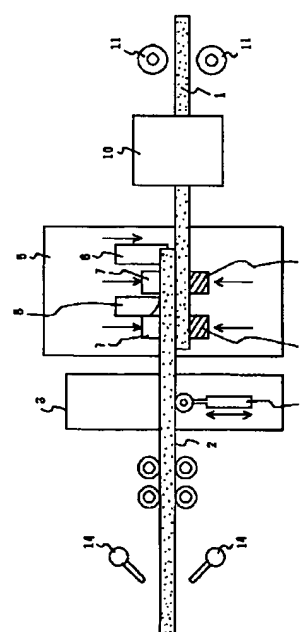
(54) 【発明の名称】 金属板の接合方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】短時間で十分な接合強度が得られる金属板、特に熱間圧延材の接合装置、接合方法及びそれらを用いた熱間圧延設備を提供することにある。

【解決手段】複数の金属よりなる板材同士を接合する接合装置において、前記金属板の接合予定部を重ね合わせる機構と、該重ね合わせ部を前記金属板の片側から支持するための少なくとも2つの支持台と、前記重ね合わせ部を挟んで、前記支持台と対向する位置に可動剪断刃とを備え、該剪断刃は前記重ね合わせ部を前記支持台との間に挟み込むように移動する機構を備えることを特徴とする接合装置。

図 1



(2)

特開平9-174117

【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の金属よりなる板材同士を接合する接合装置において、

前記金属板の接合予定部を重ね合わせる機構と、
該重ね合わせ部を前記金属板の片側から支持するための少なくとも2つの支持台と、
前記重ね合わせ部を挟んで、前記支持台と対向する位置に切断刃とを備え、

該切断刃と前記支持台とは前記重ね合わせ部を間に挟み込むように相対的に移動する機構を備えることを特徴とする接合装置。

【請求項2】請求項1記載の切断刃の相対的動作軌跡の延長線が前記支持台の1つと交叉することを特徴とする接合装置。

【請求項3】請求項2記載の切断刃の前記動作軌跡が交叉する支持台に近い側の下端部が、他の支持台に近い側の下端部に比べてより前記重ね合わせ部に近い形状であることを特徴とする接合装置。

【請求項4】請求項1記載の切断刃が前記支持台方向に直線的に相対移動し、かつ前記支持台と前記切断刃が、前記切断刃の動作直線に平行な方向から見てオーバーラップしている部分があることを特徴とする接合装置。

【請求項5】請求項4記載のオーバーラップ部分が前記金属板の長手方向に対して最大で10mm以下であることを特徴とする接合装置。

【請求項6】請求項1記載の切断刃、あるいは支持台の動作ストロークが前記金属板の上面に接触後、前記重ね合わせた金属板のうちの最大板厚の50%以上、150%以下であることを特徴とする接合装置。

【請求項7】請求項1記載の接合装置がレール上を移動できる機構を備えていることを特徴とする接合装置。

【請求項8】請求項1記載の支持台が互いに連結した凹形状であることを特徴とする接合装置。

【請求項9】請求項1記載の金属板が熱間圧延材であることを特徴とする熱間圧延材の接合装置。

【請求項10】請求項1記載の切断刃の板の長手方向の横側からみた断面形状が、台形状の多角形状であり、刃物の板との接触面積が連続的に変化し、刃物が板に最初に接する部分の板に対する長手方向の角度が略0度になっていることを特徴とする接合装置。

【請求項11】請求項1記載の切断刃の板の長手方向の横側からみた断面形状が、板幅方向に異なることを特徴とする接合装置。

【請求項12】請求項1記載の切断刃の板の長手方向の上または、下側からみた形状が、直線あるいは曲線で構成される波型形状を有することを特徴とする接合装置。

【請求項13】請求項1記載の切断刃の板の長手方向の上または、下側からみた形状が、シートバーの進行方向に対して両端部が突き出たV字状の形状となっていることを特徴とする接合装置。

【請求項14】請求項8記載の凹形状の支持台の接合する金属板長手方向の間隔が切断刃側ほど小さくなっている形状であることを特徴とする接合装置。

【請求項15】請求項1記載の接合装置において、重ね合わせる金属板の重ね合わせる部分の少なくとも一部をデスクーリングしてから重ね合わせる機構を備えていることを特徴とする接合装置。

【請求項16】請求項8記載の凹形状の支持台のへこんでいる部分の接合する金属板の長手方向の長さが、前記切断刃の接合する金属板の長手方向の長さよりも短いことを特徴とする接合装置。

【請求項17】請求項1記載の接合装置において、接合前に接合する金属板の温度を調整する機構を備えることを特徴とする接合装置。

【請求項18】請求項1記載の接合装置において、前記切断刃、あるいは支持台の接合する金属板への押し込み速度が5mm/s以上であることを特徴とする接合装置。

【請求項19】熱間圧延設備において、
金属板を巻取る中間コイラー、該中間コイラーから出てくる金属板を平坦化するレベラー、該レベラーから出てきた金属板を重ね合わせ接合する接合機、接合時に生じたクロップを分断するクロップ処理装置、仕上げミルからなり、前記接合機が請求項1に記載の接合装置であることを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項20】少なくとも二枚の金属板を重ね合わせた後、
該金属板の該重ね合わせ部分の少なくとも一部に該金属板の板厚方向に切断力を加え、該重ね合わせ部分の切断面に、切断面同士を互いに押し付け合うような押圧力を発生させながら前記金属板を接合することを特徴とする金属板の接合方法。

【請求項21】少なくとも二枚の金属板を重ね合わせた後、
該金属板の該重ね合わせ部分の少なくとも一部を、1000%以上の変形率になるように伸展させると同時に、前記金属板の外側から前記伸展部分を互いに押し付け合うような力を加えることにより接合することを特徴とする金属板の接合方法。

【請求項22】少なくとも二枚の金属板を重ね合わせた後、
該金属板のすべての該重ね合わせ部分を該金属板の長手方向に拘束すると共に、該金属板の少なくとも一部に、該金属板の外側から前記少なくとも二枚の金属板の厚さ方向に挟み込む圧力を加えて、前記金属板を伸展させるとともに、該伸展部分を互いに押し付け合わせ接合することを特徴とする金属板の接合方法。

【請求項23】請求項20記載の金属板の接合方法において、前記金属板を重ねる前に、金属板の少なくとも一部の表面の酸化スケールを除去することを特徴とする金属板の接合方法。

(3)

特開平9-174117

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は複数の金属板の接合方法に係り、特に熱間圧延材を粗圧延機群及び仕上げ圧延機群にて圧延を行うに際し、短時間で熱間圧延材の接合を行い連続圧延を可能とする熱間圧延材の接合方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】金属板の熱間圧延設備で仕上げ圧延を連続化して生産性の向上、品質の向上及び操業の自動化を実現しようとする要望は極めて強い。その鍵となる技術は、熱間圧延材(以下、バー材)の接合である。冷間圧延材の場合は、圧延材厚さが薄いため、溶接等により十分な強度を有する接合が可能であることから連続圧延が可能になっているが、熱間圧延材の場合、厚さが厚く、また圧延材の温度が低下する前に圧延を終了させなければならないため、圧延速度(圧延材の送り速度)が冷間圧延機に比べ速く、溶接での接合は困難である。

【0003】従来、バー材の接合方法については、電熱法、ガス加熱、溶削法及び摩擦法など数多くの方式が提案されているが、いずれも接合に時間がかかりすぎるという欠点を有している。上述したように熱間圧延材の圧延速度は速いため、接合機を走行式にした場合は、バー材の接合が短時間に完了しないと接合機の走行距離が長くなり実現困難となる。また接合機を固定型にした場合は、バー材の厚みは通常20～50mmと厚いため、このバー材を蓄積するための巨大なルーバーが必要となる。従来のバー材接合の場合、接合前準備、押圧によるダレ、バリ除去などを含めて最短でも20～30秒を要していた。熱間圧延材の接合時間の短縮のための技術として特開平4-187386号公報、特開平6-39405号公報に記載された技術が知られている。

【0004】これらの技術は、先行圧延材と後行圧延材の端部を剪断すると同時に摺動させ、更に必要に応じて圧延材同志を突き合わせることによって、熱間圧延材の表面にある酸化皮膜を介在させずに新生面同志で直接接触させ、強固な金属接合が得られるというものである。

【0005】短時間で接合を完了させるという方法としては、熱間圧延材の接合ではないが、例えばH6年度塑性加工春季講演会予稿集455ページに記載のプッシュバックブランキング法がある。これは接合する材料同士を重ね合わせ、ダイスとストリッパーで拘束し、パンチで押し込んで材料を接合する方法で、剪断による破断面同士を瞬時に接合するため、高接合強度が得られる特徴がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らは、特開平4-187386号公報、特開平6-39405号公報に記載された技術を種々厚さ、材質の熱間圧延材に適用した結果、圧延材が炭素鋼、ステンレス鋼で、かつ厚い場合、接合強

度が不十分で、圧延中に接合部から破断することがあることを見出した。圧延中の破断は圧延ロール表面を傷つけると共に、ラインをすべて停止しなくてはならないため、非常に効率が悪い。

【0007】また、プッシュバックブランキング法は、パンチとダイスを用いた打ち抜き加工の応用であり、本発明が対象としている金属板材、特に厚さが数十mmある熱間圧延材の接合には適用できない。

【0008】本発明の目的は、上記のような従来技術の欠点を改善し、短時間で十分な接合強度が得られる金属板、特に熱間圧延材の接合方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の第1の発明によれば、複数の金属よりなる板材同士を接合する接合装置において、前記金属板の接合予定部を重ね合わせる機構と、該重ね合わせ部を前記金属板の片側から支持するための少なくとも2つの支持台と、前記重ね合わせ部を挟んで、前記支持台と対向する位置に剪断刃とを備え、該剪断刃と前記支持台は前記重ね合わせ部に間に挟み込むように相対的に移動する機構を備えることを特徴とする接合装置が提供される。

【0010】接合予定部を重ね合わせる機構は、例えば油圧、空気圧、モータ等の動力により、接合予定の金属板の一方を下から支える台を上下させることにより、上記可動剪断刃付近で金属板を重ね合わせる機構や、金属板を搬送するローラ台の高さが接合装置近傍で異なり、接合予定の金属板が接近すると、必然的に金属板同士が重なるような機構などが挙げられるが、どのような方法であれ、前記可動剪断刃の近傍で、既に接合予定の金属板が重なっていれば良い。

【0011】重ね合わせ部を前記金属板の片側から支持するとは、通常は板材にかかる重力方向、すなわち下側から支えるが、板材が磁性体であれば電磁石等により上側から支持することも可能であるし、金属板を地面に対し垂直方向に立てて、その横側から支持することも可能である。支持台とは、立方体形状の部材であっても良いし、三角柱、円柱など金属板の重量及び可動剪断刃が押し込まれた際にもその位置、形状が変動しないものであればどのようなものであっても良い。

【0012】上記構成によれば、短時間で十分な強度を有する金属板の接合が可能になる。特に、それぞれの圧延速度が異なる粗圧延機と仕上げ圧延機の間に位置する圧延材(シートバーと称する)の接合に好適な接合装置を提供することができる。

【0013】第1の発明において、剪断刃の相対的動作軌跡の延長線が前記支持台の1つと交叉することが好ましい。「動作軌跡の延長線が前記支持台の1つと交叉する」とは、例えば、直線的に動く可動剪断刃であれば、その可動剪断刃を接合される金属板に押し込む方向にそのまま動かすと、支持台にぶつかるということである。

(4)

特開平9-174117

換言すれば、接合する金属板の一部が可動剪断刃と支持台の間に挟まれ圧縮される部分があるということである。可動剪断刃が曲線の軌跡を描いて動く場合は、その曲線を延長していった線が支持台と交叉するように配置する。このような配置にすることにより、接合される金属板の一部が圧縮されながら、圧縮方向と直角方向に引き延ばされるため、新生面同士が押し付け合わされることになり、接合強度を向上することができる。

【0014】第1の発明において、剪断刃が前記動作軌跡が交叉する支持台に近い側の下端部が、他の支持台に近い側の下端部に比べてより前記重ね合わせ部に近い形状であることが好ましい。例えば、接合する金属板の短手方向からみた剪断刃の断面形状が略扇形をしているような場合(図3)である。

【0015】このような構成により、接合する金属板の曲げ角度が小さくなり、接合後の接合部の平坦化がやりやすくなる。また、可動剪断刃の駆動力も小さくてすむ。

【0016】第1の発明において、剪断刃が前記支持台方向に直線的に移動し、かつ前記支持台と前記剪断刃が、前記剪断刃の動作直線に平行な方向から見てオーバーラップしている部分があることが好ましい。これは、前記した「動作軌跡の延長線が前記支持台の1つと交叉する」場合で、かつ可動剪断刃が直線的に動作する場合を想定したものである。可動剪断刃が直線的に動作するので、接合装置の構成が簡単になるという効果がある。

【0017】上記発明において、オーバーラップ部分が前記金属板の長手方向に対して最大で0.1mm以上、10mm以下もしくは接合する板厚の20%以下であることが好ましい。

【0018】オーバーラップ部分がない場合でも、一定の接合強度は確保できる。特にアルミ材などの柔らかい材料では問題がないが、接合する金属板が厚くなったりした場合には、上記のように一定範囲のオーバーラップ部分があることにより、より大きな接合強度とすることができる。

【0019】第1の発明において、剪断刃の動作ストロークが前記金属板の上面に接触後、前記重ね合わせた金属板の最上面の板厚の最大板厚の50%以上、150%以下であることが好ましい。

【0020】本発明においては、剪断刃あるいは支持台を動作させることにより、金属板を変形させると共に、切断しないで接合することが好ましい。金属板を切断するまで剪断刃あるいは支持台を動作させることは、大きなエネルギーを要することとなる。従って、剪断刃の相対的動作ストロークが金属板の板厚の50%以上、150%以下であることが好ましい。この構成により、接合強度が大きく、かつ接合に要するエネルギーが少なくてすむ接合機が提供できる。

【0021】第1の発明において、接合装置がレール上

を移動できる機構を備えていても良い。粗圧延機と仕上げ圧延機の上に設置する圧延材の接合機では、熱間圧延材の送り速度に合わせて、接合機を移動させながら接合を完了するように構成することにより、圧延材をたわませることによって送り速度を調整する、いわゆるルーバーが不要になる。すなわち、連続圧延設備の構成が簡単になる。

【0022】第1の発明において、支持台が互いに連結した凹形状であっても良い。この構成によって、装置の構成が簡単になり、装置コストが低減される。

【0023】第1の発明において、金属板が熱間圧延材であることが好ましい。接合される金属板の温度は、ある程度高い方が金属板が容易に変形でき、接合に要するエネルギーを小さくできる、接合強度を向上できる点で好ましい。冷間圧延材の場合には接合前に加熱する必要があるが、熱間圧延材を接合する場合は、加熱機構を不要、または単純化できる。

【0024】第1の発明において、剪断刃の板の長手方向の横側からみた押し込む刃物の断面形状が、台形状の多角形状であり、刃物の板との接触面積が連続的に変化し、刃物が板に最初に接する部分の板に対する長手方向の角度が略0度になっても良い。

【0025】この部分は直線でもよく、円弧上でも良い。円弧状の場合には接線の角度が板と0度にすれば良い。また刃物の板に最初に接触する部分の板に垂直方向の角度は操業中の刃物寿命に影響するので、90度以上であることが望ましい。さらに、最終押し込み時剪断刃の後端が板の重ね部に食い込む形状とすることが望ましい。こうすることで下部の板の重ね部の剪断刃後端に対応する部分が支持台の凹部に食い込み、大きな押し圧力を発生することができる。

【0026】支持台の凹部の形状が接合強度に及ぼす影響も大きい。剪断刃の最初にシートバーに接触する部分に対向する支持台の形状は、剪断刃の動作軌跡に沿った形状でも良いが、動作軌跡の延長線の上にクロスする形状がさらに好ましい。例えば剪断刃の相対的動作軌跡がシートバーに対して垂直に直線軌跡となるときは、垂直方向でなく剪断刃の動作方向に傾いて斜めの形状となっていること、すなわち剪断刃が始めに板材と接触する側の支持台の上部のエッジ角度が90度より小さいこと、凹部の深くなるほど長手方向の間隔を大きくすることが好ましい。こうすることで、剪断刃が材料に押し込まれた際の重ねた材料の下部の材料の変形部を凹部が全面的にセルフロックして支えることとなり、変形接合時により大きな押し圧力の負荷が実現できる。また、剪断刃の最後に材料に接触する部分に対応する支持台は前述した剪断刃の押し込み最終時に下の板が食い込む形状となるようにすることが望ましい。通常は剪断刃の動作軌跡に沿った形状でよいが、剪断刃とラップする形状であることが好ましい。

(5)

特開平9-174117

【0027】次に剪断刃の動作条件について述べる。本接合法においては、剪断刃の材料への押し込み速度は接合強度に大きな影響を及ぼす。低速の場合、スケールの分断が起こりにくく、母材とともに変形して接合後の接合面中に広範囲で残存しやすくなり、接合面の清浄度確保がされにくくなるため、高速のほうが望ましい。5mm/s以上が好ましく、50mm/s以上がさらに好ましい。

【0028】本発明の接合法における接合面は、接合開始時、すなわち剪断刃が材料に押し込まれる直前においては、重ね面の一部であるのでシートバーの長手方向であるが、剪断刃によって押し込まれて変形し、最終的にはバーの板厚方向から角度をもった斜め方向となる。この角度は剪断刃と支持台のラップ量、板への押し込みストロークなど接合条件によって変化するが、接合後の圧延工程において影響を与える。板厚方向からの角度が大きいほど、すなわち接合面が斜めになるほど圧延時の接合部破断は防止でき、安定した操業が得られる。

【0029】接合部の圧延挿入時の強度を確保する方法の1つには、接合面積を大きくする方法がある。これには、剪断刃及び支持台のシートバーの上下方向からみた断面形状、すなわち、シートバーの板幅方向の形状を波形形状にすれば良い。波形形状の凹凸を例えば角度90度の三角形で形成した場合には直線の場合に比べ1.4倍の角度60度の三角形で形成した場合には直線の場合に比べ2倍の半円形状で形成した場合には直線の場合に比べ1.57倍の矩形形状で形成した場合には凹凸の深さの総和の長さ分増加した接合面積を得ることができる。この場合、接合部をシートバーの長手方向に短くしようとすれば、凹凸の深さを小さくし、数を多くすれば良い。

【0030】シートバーは通常1000mm以上の板幅を持っているため、圧延すると特に後端部は板幅の中央部の伸びが大きくなる。このため接合部は板幅の端の部分が圧延したときに割れやすくなる。これを防止するために、板幅の両端部の接合面が、板幅中央の接合面よりシートバーの進行方向に突き出ている接合面を形成することが望ましい。すなわち、板の長手方向の上または、下側からみた剪断刃及び支持台の形状が、シートバーの進行方向に対して両端部が突き出たV字状の形状となっていることが好ましい。具体的形状としては、進行方向に対して逆三角形、半円形、楕円形などを適宜選定すると良い。このV字状の形状に前述した波形形状を重畳させれば、接合面積の増加効果も増し、さらに高信頼の安定した操業が得られる。

【0031】熱間圧延材の接合においては、バーの先端と後端を接合してつなげ、後工程の仕上げ圧延をスムーズに行うことが目的であるので、重ねて接合したあとの接合部以外の重ね部（以下クロップと称する）は排除する必要がある。排除の容易性は剪断刃、支持台の形状に

依存する。また、ラップ量、板への押し込みストロークなど接合条件、特に押し込みストローク量の影響が大きい。

【0032】前述したように、本接合法における接合面は板厚方向にある角度を持った形状となる。クロップは、切断される形となるが、押し込みストローク量によってクロップと接合部との連結部が残る。クロップを分断する方法としてはクロップを瞬間的に板の長さあるいは幅方向に押すか、爪のようなものでこじあけるか、適宜方法を選定すればよいが、分断しやすくするためには連結残部は板厚方向で5mm以下であるように接合条件を制御することが好ましい。この観点より、押し込みストロークは少なくとも板厚以上、好ましくは、板厚の1.2倍以上が良い。1.2倍以上であれば、連結残厚みが小さくなると同時に接合部の塑性流動変形率も大きくなるので接合強度も増加する。また、接合部分だけをデスクレーンし、接合部以外の重ね部のスケールをつけたままにしておくと、クロップ分断力は小さくなり好適である。逆にクロップ分断性を高めるために、接合部分以外の重ね面にセラミックス粉末などの不活性の材料を接合前にあらかじめ塗布する方法をとっても良い。この場合には、クロップ分断後接合バーの表面より、塗布した材料を除去する工程が必要となる場合がある。

【0033】クロップ分断は板厚が異なった金属板の接合、板幅が異なった材料の接合時に特に工夫を要する。異なった板厚を接合する場合には、押し込みストロークを厚い側の板厚に合わせて押し込みストロークを設定すると良い。薄い板のクロップはこうすることで、連結残部がほとんどなくなり、接合時に切断された状態となる。接合する板厚を検知して、自動的にストロークを調整できる制御システムがあれば、効率的である。また、幅の異なる金属板の接合の場合には、重ね後接合までの過程において幅をシャープにて切り揃える方法、剪断刃、支持台を幅方向に分割し、幅のはみでた部分に当たる部分については動作方向にあらかじめ板厚分押し込みストロークを加えておく方法をとる必要がある。

【0034】上述したように、本発明の接合法は、金属板表面のスケールを分断して新生面を出し清浄度を確保しつつ接合を行うが、分断されたスケールは接合面に分散して実質の接合面積を減少させる。接合強度を増大し、接合の成功確率を向上して信頼性の高い操業性を確保するためには、重ね合わせる前に金属板の表面をデスクレーンすることが望ましい。デスクレーンする方法としては、回転カッターや、ブローチなどの機械的な切削または研削、高圧水の噴射やアセチレンガスバーナーの噴射など種々の手段がある。短時間で効率のよい手段を選定して用いることが好ましい。ここで、デスクレーンは必ずしも重ね面全面をする必要はない。前述したようにむしろ変形して接合面となる局所領域に限定してデスクレーンを施すことが好ましい。具体的な数値と

(6)

特開平9-174117

しては長手方向に10～30mmの領域にデスケーリングを限定することが最も好ましい。

【0035】本接合法は基本的に固相接合であり、塑性流動変形を利用したものである。接合には、温度と清浄度と押し圧力が重要である。前述したごとく、熱間圧延材は、800～1000℃の温度になっているが、安定した接合強度を得るために、加熱機構または温度調節機構を具備することが好ましい。温度を上げることで接合強度の向上が図れる。また、温度調節すれば、常に一定条件での接合が可能となり接合機の信頼性が向上する。

【0036】また、本発明の第2の発明によれば、熱間圧延設備において、金属板を巻取る中間コイラー、該中間コイラーから出てくる金属板を平坦化するレベラー、該レベラーから出てきた金属板を重ね合わせ接合する接合機、接合時に生じたクロップを分断するクロップ処理装置、金属板の表面を平滑にする仕上げミルからなり、前記接合機が請求項1に記載の接合装置であることを特徴とする熱間圧延設備が提供される。本発明の第1の発明は上記のような構成の熱間圧延設備の接合機に適用することにより、接合に要する時間が短いので、圧延設備の全長を短くできる。ルーバーを省略できる。十分な接合強度を得ることができるので、圧延中に接合部が破断し、圧延ロール表面を傷つけることがない。などの効果を得ることができる。

【0037】本発明の第3の発明によれば、少なくとも二枚の金属板を重ね合わせた後、該金属板の該重ね合わせ部分の少なくとも一部に該金属板の板厚方向に剪断力を加え、該重ね合わせ部分の剪断面に、剪断面同士を互いに押し付け合うような押圧力を発生させながら前記金属板を接合することを特徴とする金属板の接合方法が提供される。接合する金属板を長手方向に伸展させる方法としては、単純には長手方向に引っ張り応力を加えれば良いが、応力を加える作用点が離れ過ぎていると大きな変形率が得られないため、なるべく作用点間の距離を短くし、変形率を大きくするようにすることが好ましい。長手方向とは厚さ方向に対する言葉として用いている。すなわち、長手方向に平行に伸展している必要はなく、伸びの方向が厚さ方向（被接合金属板の上下方向）にずれていても良い。被接合金属板を同時に伸展させるとともに、その伸展部分を伸展方向に対してほぼ垂直方向に押し付け合わせることで、強固な接合ができる。変形率の1000%以上という数値自体には臨界性はない。変形率が大きいほど接合面の清浄度が高くなり接合強度が大きくなる。必要とされる接合強度の絶対値により変形率の大きさを制御すれば良い。熱間圧延材の接合においては、接合面の清浄度が重要である。本発明のように被接合金属板を非常に大きな変形率を有するように伸展させることにより、熱間圧延材の表面に形成されている酸化物が分断され剥離し、清浄な新生面が現れる。この新生面同士を互いに挟み込むように押し付け合うこ

とにより強固な金属接合が得られる。生成した清浄面も、大気中では短時間に酸化膜に被われてしまうため、金属板を伸展させると同時に挟み込むように押し付け合う力をかけ密着させることによって、生成した新生面が大気に触れないようにすることが最も望ましい。この被接合金属の伸展のさせ方、伸展した部分を挟み込むように押し付け合う力のかけ方により、具体的な接合方法に多くのバリエーションが存在する。以下に、本発明のバリエーションを示す。

【0038】二枚の金属板を重ね合わせた後、重ね合わせ部分の金属板を金属板の長手方向に移動しないように拘束しながら、金属板の重ね合わせ部分の上下方向から金属板の厚さ方向に対しほぼ平行に重ね合わせた部分のすべての金属板の一部に同時に挟み込む圧力を加えることにより接合する方法。

【0039】この場合、挟み込む圧力を加えられた重ね合わせた金属板の一部は伸展しようとして金属板の長手方向に移動する力が発生する。一方、金属板は長手方向に移動しないように拘束されているため、金属板の長手方向に平行な圧力が発生する。発生した金属板の長手方向に平行な圧力が上記本発明の原理における伸展した部分を挟み込むように押し付け合う力になる。つまり、金属板の重ね合わせ部分を挟み込む圧力を加えるという一動作により被接合金属板を伸展させると共に、伸展させた部分を挟み込む圧力を加えることが同時に達成できる。「金属板の重ね合わせ部分の上下方向から金属板の厚さ方向に対しほぼ平行に重ね合わせた部分の金属板の一部に挟み込む圧力」のかけ方としては、相対するプレス機械のような物でも良いがこの場合は金属板の伸展の程度をそれほど大きくできないので、好ましくははさみのように、互い違いに切断刃を相対させ、切断刃を接近させることがよい。非常に弾性の大きなゴム製シートをはさみで切る場合を想像すると良くわかる。はさみの切断刃が接近してゴムを切ろうとしても、ゴムは弾性が高いため、伸びるだけで、良く切れない。同様に、互い違いの切断刃により金属板の重ね合わせ部分の一部を上下方向から押圧すると、金属板は塑性流動を起こし、変形率の大きな伸展を起こす。どのような形状の切断刃を用いて金属板の重ね合わせ部分を挟み込み押圧するかは、かけられる圧力の大きさ、要求される接合強度により調整される。金属板の長手方向に移動しないように拘束する手段としては、最も単純にはクランプを用いて摩擦力により機械的に拘束する方法があるが、拘束できさえすれば、本発明の効果を奏するので、例えば電磁力を用いたりすることもできる。

【0040】上記構成の一般的な例として、「拘束する手段が前記金属板を上下方向から挟み込む少なくとも二対のクランプであり、かつ前記挟み込む圧力を加える手段が前記金属板の降伏応力以上の圧力を加える前記金属板を挟んで対向する一対の切断刃である」ことになる。

(7)

特開平9-174117

【0041】上記の一对の剪断刃は一方が固定刃、他方が可動刃であり、前記二対のクランプのうちの前記可動刃に対向するクランプの1つを前記固定刃と兼用することにより構造が単純になる。

【0042】上記の構成においては、接合強度の絶対値を決定する最も大きなファクターは、金属板の伸展の程度である。すなわち、剪断刃の動作ストロークが大きいほど伸展の程度が大きい。鉄系材料を接合する場合は、一般的に必要とされる接合強度を得るためには、前記金属板の上面に接触後、前記金属板の板厚の50%以上のストロークを有することが好ましい。

【0043】さらに、接合強度を向上させるためには、前記一对の剪断刃の動作軌跡の延長線の一部がオーバーラップしていることが好ましい。オーバーラップとは例えば、上剪断刃の真上から見て下剪断刃の一部に重なる部分があるということである。このような構成により、金属板を伸展する際に生ずる接合面への押圧力が大きくなり、結果的に接合強度が大きくなる。鉄系材料を接合する場合は、一般的に必要とされる接合強度を得るためには、オーバーラップ部分が被接合金属板の長手方向に対して最大で0.1mm以上であることが望ましい。但し、10mmより大きくなると金属板が圧延されることにより金属板端部に割れが生じる可能性が高くなる。上記数値はオーバーラップ部分の大きさを決める上での基準となり、これを基に最も好ましいオーバーラップ部分の大きさを実験的に決定すれば良い。剪断刃と称しているが、必ずしも刃である必要はなく加圧治具という表現を用いてもよい。

【0044】接合装置においても、前記一对の加圧治具の一方が固定され、他方が可動する構造であり、前記二対のクランプのうちの前記可動する加圧治具に対向するクランプの1つを前記固定刃と兼用することができる。

【0045】上記構成においては、前記可動する加圧治具の形状は直方体形状でも、接合するという観点からは問題がない。但し、接合後の接合部の平坦化を考えた場合、加圧治具の形状は、上側の被接合金属板の接合部に近い部分の高さが最も低く、上側の被接合金属板の接合部より遠い部分は、高い方がよい。すなわち、加圧治具の短手方向から見た形状は、扇形、台形状などが好ましく、上記両角部を結ぶ辺は滑らかな曲線であることが好ましい。

【0046】また、上記金属板の重ね合わされた部分は、単に接合する金属板を積み重ねたものでなく、二枚の金属板を突き合わせた上に第3の金属板を該突合せ部にのせたもので構成しても良い。この方法では、接合工程は上記に比べ煩雑になるものの、接合後の平坦化工程が省略できる、接合時に発生する端材（クロップ）量が少なくなるなどのメリットがある。

【0047】また、接合装置のバリエーションとして前記二対のクランプを前記一对の加圧治具と兼用するよう

に、前記金属板の上と下に配されたクランプをそれぞれリンクさせ、二対のクランプを平行に移動するように配することもできる。本発明の基本構成は二対のクランプと一对の剪断刃の計6つの治具よりなるが、それぞれの治具につき機能を兼用することができる。この場合は計4つの治具により本発明の効果を得ることができる方法である。特徴としては上と下に配されたクランプをそれぞれリンクさせ、接合時に上下のクランプを同時に、かつ平行に動作させることにより被接合金属を伸展、挟み込み押圧する動作をさせることができることにある。ただし、リンク機構に大きな応力がかかるため充分な強度のリンク棒及びリンク棒と各クランプをつなぐピボット部に工夫が必要なことから、被接合金属としては降伏応力の小さいアルミニウム、銅などに適していると考えられる。

【0048】上記接合装置を熱間圧延設備に適用し、金属板を巻取る中間コイラー、該中間コイラーから出てくる金属板を平坦化するレベラー、該レベラーから出てきた金属板を重ね合わせ接合する接合機、接合時に生じたクロップを分断するクロップ処理装置、金属板の表面を平滑にする仕上げミルからなる熱間圧延設備として用いることが最も望ましい。

【0049】本発明をさらに詳細に述べれば、熱間圧延設備のラインで先行バー材と後行バー材を重ね合わせ、その重ね合わせ部分の一部が十分に塑性流動変形できるだけ応力を剪断刃のラップ量を特定値に設定して、上下剪断刃を配置して、上または下剪断刃の少なくとも一方を上から下又は下から上へ板厚方向に押し込むことによって二枚のバー材を塑性流動変形させて上部のバー材と下部のバー材表面を圧着するものである。図3に示す剪断刃の配置は上剪断刃を押し込む場合の例を示している。ここで、剪断刃の押し込み深さ（D）を板厚以上に設定すれば圧着に寄与しない残材部分を変形過程で切り離す（クロップ分断）ことが可能で、クロップ分断のための設備を必ずしも導入する必要はない。接合雰囲気は大気中及び真空などの非酸化性雰囲気いずれでも良い。接合のメカニズムを考えれば非酸化性雰囲気では本発明が実施できればより良い接合結果が得られることは明確である。

【0050】シートバー材の接合において実用化の鍵となっているのは短時間での接合の可否であり、接合強度は次の圧延工程で破断しない強さを確保すればよい点に着目し、本発明は不要な工程を省略することにより実現したものである。すなわち、前記したように本発明は先行バー材と後行バー材を重ね合わせてその重ね合わせ部分が剪断刃によって押し込まれて塑性流動変形が十分起こるように設定されたラップを有する上下の剪断刃間に配置させ、さらにクランプして金属板を拘束し、上または下剪断刃の少なくとも一方を上から下又は下から上へ板厚方向に移動させて少なくとも二枚のバー材を変形さ

(8)

特開平9-174117

せて、さらに密着し上部のバー材と下部のバー材表面を圧着するものである。ここで接合されるか否かは金属板に塑性流動変形が十分与えられるかどうかと密着化に必要な圧力が与えられるかどうかと鍵となる。すなわち塑性流動変形が起こることによってバー材表面の酸化皮膜はその変形に耐えることができず分離及び金属板表面から剥離することになるため接合面の清浄化が促進され、しかも清浄化しつつ圧着されるため強固に接合されるのである。さらにバー材表面同志は変形過程で摺動されると、接合表面の活性化がより進み接合強度の向上に寄与するのである。通常、大気中であっても剪断刃の押し込み速度は1mm/s程度で十分圧延に耐えられる接合が達成できることを確認しているが、バー材(軟鋼)の温度が800℃の場合、押し込み速度を500mm/s以上と高速変形させると前記した摺動作用により両バー材の表面が溶融あるいは半溶融状態になるほどの摩擦熱が発生して、表面の酸化皮膜の分散が促進されるなどにより接合性能がさらに向上する。押し込み速度の高速化は、接合面が溶融に至らなくても接合面の活性化を促すため、接合強度の向上に対しては非常に有効である。

【0051】圧延に耐える接合部とするためには塑性流動変形と接合過程で十分な圧力を作用させて密着化を図る必要がある。発明者らは、図18の接合方式で種々実験した結果、図22に示すように下剪断刃の位置を上剪断刃の移動領域の内側に設定することで押し込みによる塑性流動変形と塑性流動変形にしたがってバー材の接合面間に圧力が発生し、より密着化が進むことを発見した。すなわち上と下剪断刃の位置を調整することによって塑性流動変形と共に圧力が発生し図21に示すように接合され、接合部は圧延に耐える接合強度を有するようになる。

【0052】また、剪断刃を押し込む過程でより大きな圧力を発生させるためには剪断刃形状が重要である。例えば図22に示す形状で先端の半径をR240mmとすれば大きな圧力が発生できる。これに対して先端形状が図15の場合のように12度とした場合は図22に示す形状に比べ圧力が小さい。圧力は、接合する金属板の材質により変化させる必要があるが、このように剪断刃形状を変えることにより圧力を変化させることができる。さらに板幅方向の剪断刃形状も重要である。図16に示すようにストレート形状とすれば全幅に渡って接合可能であるが大きな押し込み力が必要とされる。経験上板のエッジ部が強接合されていれば圧延に耐えることができるため必ずしも全幅に渡って接合する必要がある。

【0053】以上のように接合過程を詳細に観察することにより本発明がなされたのである。

【0054】本発明によりバー材の先端と後端を接合することができるからバー材の連続化が可能となる。しかも新たに加熱エネルギーを必要としない非常にシンプル

な方法であるため、設備の保守性にも優れた方法である。さらに、本接合方法は基本的には固相拡散接合であるため接合部にバリなどの発生もないため、接合時間は基本的には押し込み速度の大小に左右される。例えば100mm/sなどの速度を考えれば本発明によって短時間接合が可能な方法であることが理解できる。さらに、押し込み深さはバー材の板厚の0.7倍以上とすることで強固な接合ができることを確認しているが、残材のクロップ分断を接合と同時にを行うためには押し込み深さを板厚以上とするとよい。この場合はクロップ分断のための設備を必ずしも必要としないものである。したがってバー材の連続化のための接合方法として本発明は最適な方法である。

【0055】

【発明の実施の形態】図2に、本発明の原理図を示す。この図は、板材を横方向から見た図である。接合する二枚の板材の端部を重ね合わせる。板材の重ね合わせ部分を上下方向から固定するためにクランプする。その後、上方向から剪断刃を降ろしていく。剪断刃の動作軌跡の延長領域と下側のクランプ(これを下側剪断刃と呼ぶこともできる)にはハッチングで示すラップ部分がある。本発明では、これを挟み込み圧着する部分と呼ぶ。この部分は、上下方向より圧着されるが、クランプの間に位置する被接合金属板は拘束されているので、圧力の逃げ場は横方向しかなく、剪断刃が下に降りていくに従い圧力が高まる。この圧力により、圧着部分の金属は、金属板の長手方向に押し出される。これにより、圧着部の金属は塑性変形流動を起こす。この場合、圧着部の圧力により、金属板は分離することなしに、大きな塑性変形を起こす。この時の塑性変形率は剪断刃のラップ量によるが、ラップ量を2mmとすれば板厚20mmの場合、100%以上の部分(例えば上剪断刃と上部金属板の最初の接点付近)が生じる。通常の加工ではこのような高変形率を得ることは困難であり、本発明の挟み込み圧着によって初めて可能とすることができる。剪断刃を上板材と下板材の上下面が一致するまで降ろした後、停止する。この段階でもクロップと呼ばれる切断端材と接合する板材とは分離していない。本発明では、このように上下金属板材の塑性変形流動した部分同志を押し付け合うことで強固な接合を得ることができる。塑性変形流動している部分の表面は非常に活性であり、わずかの圧力(この場合は金属板材の長手方向に平行な応力のこと)により強固な金属結合が得られるためであると考えられる。

【0056】一方、従来方法では金属板を剪断することを主眼としているため本発明のようなラップ部分がない。これは金属板等を剪断するためのシャーと同じ剪断刃の配置である。この場合は、金属板に挟み込まれた部分がないため、十分な圧力が発生しない。すなわち、この構成では本発明のような十分な塑性流動変形が生じないため、接合強度が弱いという問題がある。また、塑性

(9)

特開平9-174117

流動変形が生じないため、クロップと接合する金属板は、接合時に切断分離する場合が多い。

【0057】この原理に基づいた本発明の実施例を以下に示す。

【0058】(実施例1)図1に、この発明を実施するために好適な設備の基本構成を示す。1は先行バー材、2は後行バー材である。先行バー材に後行バー材を重ねるための装置3を備えている。重ねは4の昇降機を操作することによって後行バー材を先行バー材上に重ね合わせ接合機5に組み込まれた位置調整機6により合わせ量とともに上下の剪断刃位置に設定される。上下の剪断刃間は十分なる塑性流動変形を与えるために必要なラップを有している。次にクランプ機構7により両圧延材がクランプされた後、上剪断刃8を下剪断刃9に向かってバー材の板厚の2/3以上を押し込み、塑性流動変形を与え接合すると共にクロップ分断機10にてクロップ分断して、さらにレベリングロール11にてバー材は平坦化され一連の接合過程が終了する。接合終了と同時にバー材は仕上げ圧延機に搬送されるものである。ここで接合前にバー材表面の酸化皮膜を除去する工程14をいれればより安定した接合が可能となる。

【0059】図1に示す設備にて幅1200mm、厚さ20mmなるバー材(軟鋼)の連続熱間圧延を行うべく、1000℃の先行と後行バー材を重ね合わせ、バー材をクランプした後で、図4に示す形状の上剪断刃を板厚の方向に100mm/sの押し込み速度で先行と後行バー材を塑性流動変形させて接合を完了させ、次にクロップ分断を行い、さらに変形で曲がったバー材を平坦化するためレベリングロールを通過させて接合を終了した。上剪断刃と下剪断刃間のラップは1.5mmである。また押し込み深さは22mmとした。ここでのラップ量の表示は上剪断刃と下剪断刃の位置が図3に示す関係にあることを示している。すなわち、上剪断刃の移動位置内に下剪断刃があることを示している。これに対して、マイナス表示は上剪断刃の移動位置の外側に下剪断刃があることを示している。次に、実施例に係る接合機5による接合原理を図4と図5により説明する。図4は接合プロセスを図5に塑性流動変形時の圧着過程の詳細を示す。記号lgは上下剪断刃間のラップである。上剪断刃と下剪断刃間に先行バー材と後行バー材の重ね部分を配置し両材が塑性流動変形過程で移動しないようにクランプした後、上剪断刃(機構によっては下剪断刃)を押し込み先行と後行のバー材を変形させる。変形過程で酸化被膜の分断と剥離が起こる。さらに変形過程で押圧力が接合面間で作用し密着されると共に残材12と13はクロップ分断された。したがって本実施例ではクロップ分断機は動作させずにレベリングロールに搬送して平坦化処理を行った。

【0060】図6は接合機5による接合作業順序と経過時間の一例を示す。重ね合わせ、クランプ閉、上下剪断

刃閉、塑性流動変形(接合)、クランプ開・剪断刃開・クロップ分断及び平坦化処理の順序で、接合に要した合計時間は3秒であった。正味の接合時間すなわち塑性流動変形に要する時間は本実施例の場合0.2秒であり、実用化の鍵となっている接合時間の短縮化には本発明は最適な方法と言える。酸化皮膜の分断と剥離及び接合面に押圧力を作用させるためには上剪断刃と下剪断刃間のラップと上下剪断刃の位置関係が重要であることを述べてきたが、これについて図7を用いてさらに説明する。図7はバー材の板厚とラップと上下の剪断刃の位置関係と接合強さの関係を示す図である。接合雰囲気は大気である。バー材の温度は約1000℃である。ここで接合強さは引張試験後試験片の破断面から接合面積を求めて、破断荷重を接合面積で除した値である。押し込み速度は0.1m/sである。押し込み深さは板厚分とした。ラップ量に付記したプラスとマイナスは前記したように上、下剪断刃の位置関係を示している。接合強さが大きいのはプラスラップの場合で板厚20mmの場合0.1mm以上で、30mmの場合0.3mm以上で耐圧延強さ以上となった。板厚20mmの場合は-3mm、30mmの場合-6mmで最大強さを示した。板厚によって適正ラップ量は変わるが適用バー材の板厚範囲内では0.5から15mmの範囲に抑えれば圧延に耐える接合強さが得られることが判明した。

【0061】図8は押し込み率と接合強さの関係を示す。板厚20mmの場合である。ラップは5mmである。押し込み速度は0.1m/sである。板厚の約2/3以上とすれば耐圧延強さである250MPa以上の強さが得られることを示している。なお、板厚を30mmとした場合も同じ傾向を示した。ここでの耐圧延強さは、接合部の強さと圧延性の関係を調べた結果明らかになった値である。

【0062】図9は接合強さと押し込み速度の関係を示す。ラップは5mm一定とし板厚は20と30mmである。実験範囲内では0.001から0.4m/sまで接合強さは速度の増加と共に増える傾向にある。0.5m/s以上となると強さの増加が明確に認められるようになった。この増加の原因は塑性流動変形過程での摺動作用によって接合面が溶融するからである。すなわち酸化皮膜の分散と液相存在による接合率の向上が影響している。

【0063】しかし、圧延に耐える強さを得るための押し込み速度は必ずしも高速化しなくてもよいことを図9は示しており、接合時間や装置化上の制約内で適正な押し込み速度を選択すればよい。

【0064】図10はバー材温度と変形速度(Va)及び接合面の溶融ありとなしの関係を示す図である。図10からバー材温度800℃では変形速度0.5m/s以上とすれば接合面が溶融しバー材温度が高いほど溶融開始の変形速度は低速側に移行しバー材温度1200℃では0.4m/sとなっている。この結果はバー材の溶融

(10)

特開平9-174117

開始温度が1400℃以上のバー材に共通の結果となっているがバー材の熔融開始温度が低いほど熔融深さは大きく、熔融割合も多くなる傾向を示した。なお、図10の熔融ありとなしの判定はバー材の板厚中央面で60%以上熔融しているかどうかで行っている。熔融深さは断面を研磨後腐食して金属組織から判定された値であり、熔融割合の判定も同様に金属組織から判定されている。

【0065】なお、熔融部が存在するような押し込み速度で接合を行っても溶融量は少ないのでバリを発生させないで確実に接合することができる。

【0066】以上説明したように本実施例によれば、先行バー材と後行バー材を重ね合わせ、クランプ後、上剪断刃と下剪断刃とのラップを調整し、板厚の2/3以上塑性流動変形させることで強接合ができ、押し込み深さによっては塑性流動過程でクロップ分断も可能であり不要な残材も一気に処理でき熱間圧延設備で仕上圧延を連続化して生産性及び歩留まりの向上及び操業の自動化を実現できる。

【0067】本発明は鉄系の材料を主体としたものになっているが適用材料が変わっても応用展開が可能である。例えばアルミニウム合金など強固な酸化皮膜に覆われた材料でも本発明の適用が可能である。変形性能、酸化皮膜の性質など鉄系と異なるためラップ量を鉄系より小さく抑え、鉄系の材料より大きな塑性流動変形を起こさせることで強固な接合が達成されることを確認している。以上のように非鉄ラインへの展開も可能である。

【0068】本発明でのラップ量が大きくなることは、剪断された上板材の端部が下板材に押し付けられ変形することを意味する。すなわち、このラップ部分の長さが大きいほど、上板材と下板材の摺動時の押圧力が大きく、両板材の塑性変形量が大きい。ラップが正の値を持つ場合は、剪断時に上板材と下板材の剪断面端部が多少摺動し、両者の新生面が接触して、接合されるが押圧力、塑性変形量が少なく、結果として不十分な接合強度しか得られない。ラップの必要量は接合する板材の種類、板厚により異なる。

【0069】また図2での特徴は上剪断刃の形状である。上剪断刃は剪断面を摺動させれば十分であり、その他の部分を変形させるのはエネルギーのロスとなる。従来は、上板材の高さを下方向へずらして上板材と下板材の高さを同一面にする方法を用いていた。本発明では、上下板材のクランプ位置を変化させずに、剪断刃の形状を横方向からみて斜め、すなわち上板材の接合面では上板材と下板材の高さを同一面にし、上板材のクランプ部分では、板材の保持位置は変わらないような形状の剪断刃を用いる。これにより上板材の取付け位置を変化させるのに比べ、接合機の構造が簡単になると共にエネルギーロスを少なくすることもできる。

【0070】(実施例2) 実施例1と同様の設備の基本構成で剪断刃およびクランプの形状を図11に示すよう

な構成とした。クランプ機構7と下剪断刃9を平行に傾斜させたものであり、この構成により剪断刃8を金属板2の上から押し込む過程で接合面に大きな押圧力が発生するようにクランプ機構7と下剪断刃9を平行に傾斜させた。この場合でも上剪断刃8と下剪断刃9にはラップ部分を設け、挟み込み圧力が発生するようにしている。接合面で大きな押圧力が発生するため接合強度が大きくなり、しかも接合後の接合部形状は平坦化されるので、接合後のレベリング工程も省略できるという効果が得られる。

【0071】(実施例3) 図12に示すように、上剪断刃8と下剪断刃9を平行リンクとした。この構成では上剪断刃8を降下させることにより下剪断刃との間で金属板1、2を挟み込む力が発生する。挟み込みにより塑性流動が起こり、実施例1と同様の原理で接合することができる。この構成でも接合後の金属板は平坦化するため接合後のレベリング工程が省略できる。

【0072】(実施例4) 図13に示すように上剪断刃8を金属板に対して斜めに押し込むことによっても金属板を挟み込む力が発生し、塑性流動を起こすことができる。この構成によっても接合後の金属板は平坦化する。

【0073】(実施例5) 図14に示すように接合すべき二枚の金属板が突き合わせられ接合できるように端部をそれぞれ切断した後に突き合わせ、さらに突き合わせ部の金属板の上面または下面に先に切断した高温の金属板または予め準備された金属板2'をのせて上面または下面より剪断刃を押し込み接合する。クロップ処理、突き合わせのための切断等の前処理が増えるもののレベリング工程は省略できる。この場合は、上剪断刃8と下剪断刃9とのラップ部分はなくとも楔効果により金属板に高圧力が発生し十分な塑性流動変形が起こる。また、三枚の金属板を使うのではなく、二枚の金属板を重ね合わせるによっても接合ができる。

【0074】すなわち、本発明は剪断刃の配置によらず接合する金属板のごく一部分に挟み込み圧力(閉じ込め圧力といっても良い)を加えることによって、金属板を通常の塑性変形率以上の変形を起こさせることにより強固な接合強度を得るものである。

【0075】(実施例6) 図17に本発明の熱間圧延装置の全体図を示す。接合機以降の仕上げミルの速度は、連続鋳造器の速度に比べて大きいので、ラインの速度を合わせるため、連続鋳造器から出た圧延材の粗圧延機20と接合機の間には中間コイラー15と呼ばれる金属板を巻取り速度を調節する装置が必要である。その後、中間コイラーにより金属板についた巻くせをレベラー16により平坦化した後、接合機で接合する。接合機はレール上を走行しながら接合を行う構造となっている。本発明の接合機を用いた場合はクロップと呼ばれる切断端材が出るので、クロップを取り除くクロップ処理17を行い、仕上げミル18、19を通して製品とする。本発明

(11)

特開平9-174117

の接合機は接合速度が3秒以下であるため、接合機の走行距離を短くできる。これにより中間コイラーと仕上げミルの間の距離を65m以下とすることができる。これにより、連続熱間圧延設備を非常にコンパクトにすることができる。

【0076】(実施例7)図18に本発明の接合機の基本構成を示す。21は上剪断刃、25は下剪断刃、25の下剪断刃は22の材料支持側下剪断刃と24の材料支持下剪断刃とに分割され、23のラップ調節機構で連結される。27は先行シートバー、26は後行シートバーである。図19は、本発明の接合機を熱間圧延の連続設備に適用したときの基本構成の一例である。27は先行シートバー、26は後行シートバーである。デスケーラー31を用い重ね合わせ前にバー材表面の酸化皮膜を除去する。先行バー材に後行バー材を重ねるための昇降装置32を備えている。重ね合わせ後、加熱機構33で所定の温度まで加熱される。接合機28の下剪断刃25の凹部の間隔は、十分なる塑性流動変形を与えるために上剪断刃21と必要なラップを有している。バー材の板厚以上に押し込み、塑性流動変形を与え接合すると共にクロップ処理装置34にてクロップ分断して、仕上げ圧延機35に搬送されるものである。

【0077】図19に示す設備にて幅1500mm、厚さ30mmなるバー材(軟鋼)の連続熱間圧延を行った。1000℃の先行と900℃の後行バー材を高圧水噴射による部分デスケーリング後重ね合わせ、重ね合わせ部を950℃に加熱温度調整した後、接合機に送り込んだ。接合機の構成は図18の通りである。ここで、上剪断刃と接合面側下剪断刃、材料支持下剪断刃との各々のラップ量はそれぞれ3mm、0mmに調整した。上剪断刃は図18に示したような円弧状で円弧部はR240とした。バーの長手方向の刃物長は100mmであり、刃物幅は1600mmである。下剪断刃の凹部は両方ともバー材に対して垂直である。上剪断刃を板厚の方向に300mm/sの押し込み速度でバーの厚みの1.2倍すなわち36mm押し込み、先行と後行バー材を塑性流動変形させて接合を完了させた。このとき、下のバー材の上刃の最終接触部に対応する部分は材料支持下剪断刃に5mmほど食い込む形状となった。次に爪をクロップに押し込んでかき上げてクロップ分断を行い、接合を完了した。これを仕上げ圧延機に送り込んだところ、圧延時の接合部の破断もなく連続圧延をすることができた。上記の工程を工程ごとに図示したものが図20である。本実施例において、図20の部分デスケーリング31からクロップ分断34まで要した時間は5秒であった。また、模擬バー材の接合試験を図20の工程でクロップ分断終了まで実施し、接合部より試験片を切り出して引っ張り試験を行ったところ、母材と同等の強度が得られた。

【0078】(実施例8)実施例7の接合装置を用いて、上剪断刃と接合面側下剪断刃、材料支持下剪断刃と

の各々のラップ量はそれぞれ1.5mmと0mm、0mmと0mm、0.5mmと0mm、5mmと0mmに調整して接合実験をした。いずれも良好な接合強度が得られた。また、上剪断刃と接合面側下剪断刃とのラップ量を3mmに固定し、材料支持下剪断刃とのラップ量を-3mm、-1.5mm、1.5mmと変化させて接合実験をした。いずれも良好な接合強度が得られた。

【0079】また、上剪断刃と接合面側下剪断刃、材料支持下剪断刃との各々のラップ量を3mm、0mmとし、上剪断刃の押し込み速度を5mm/s、10mm/s、50mm/s、100mm/s、500mm/sに変化させて、接合実験をした。いずれも良好な接合強度が得られたが、接合強度は押し込み速度が高速になるほど大きくなった。

【0080】また、実施例7と同じ条件で、下剪断刃を上方に36mm押し込み接合実験をした。実施例7と同じ接合強度が得られた。

【0081】(実施例9)実施例7の接合装置の接合面側下剪断刃の形状を、図21に示すように上剪断刃側に傾けた形状とした。角度は鉛直方向から5度とした。この接合機を用いて、30tの軟鋼模擬バー材の接合試験をした。ラップ量、押し込みストローク、押し込み速度は実施例7と同条件とした。接合部の強度は350MPaで、実施例7よりも高い強度が得られた。また、接合面側下剪断刃の角度を10、15、20度と変えて接合実験を行ったが、角度が大きいくほど接合強度が上昇する傾向がみられた。

【0082】(実施例10)実施例7の接合装置の上剪断刃の形状を図22に示すように、接合面側下剪断刃側に傾けた形状とした。角度は鉛直方向から15度とした。この接合機を用いて、30tの軟鋼模擬バー材の接合試験をした。ラップ量、押し込みストローク、押し込み速度は実施例7と同条件とした。実施例7より高い接合強度が得られた。

【0083】(実施例11)実施例7の接合装置の上剪断刃の形状を図23に示すように、下剪断刃シートバーに接する面を斜めに傾けた形状とした。角度はバーの進行方向から15度とした。上剪断刃は、鉛直方向から15度傾いた線が円弧の起点となり、円弧の起点での接線がバーと0度なる形状とした。この接合機を用いて、30tの軟鋼模擬バー材の接合試験をした。ラップ量0mm、押し込みストローク38mm、押し込み速度300mm/sとした。圧延に耐えるのに十分な接合強度が得られた。

【0084】(実施例12)実施例7の接合装置の上剪断刃を図24に示すように、接合部側を中心に円弧軌道を描くようにした。この接合機を用いて、30tの軟鋼模擬バー材の接合試験をした。ラップ量、押し込みストローク(鉛直方向)、押し込み速度は実施例7と同条件とした。実施例7と同様の接合強度が得られた。

【0085】(実施例13)実施例7の接合装置の上剪

(12)

特開平9-174117

断刃を図25に示すように、接合部と反対側を中心に円弧軌道を描くようにした。この場合、下剪断刃は実施例7と同様とした。この接合機を用いて、30tの軟鋼模擬バー材の接合試験をした。ラップ量、押し込みストローク（鉛直方向）、押し込み速度は実施例1と同条件とした。実施例7と同様の接合強度が得られた。

【0086】（実施例14）実施例7の接合装置において、図26に示すように、板幅方向に上剪断刃を3分割し、両端の剪断刃が中央部よりも下に突き出すことができる機構を加えた。両端部の各100mm、中央部は1400mmの幅とした。この装置を用いて、板幅1400mmと1500mmの板を接合した。板厚は30mmである。突き出し高さはあらかじめ30mmに調整し、押し込みストロークは3つの部分で同じ36mmとした。十分な接合強度が得られるとともにクロップも実施例7と同様に容易にとることができた。

【0087】（実施例15）実施例7の接合装置を用いて、板厚20mmと30mmのシートバーの接合をした。板幅は両方とも1500mmである。ラップ量は実施例7と同様とした。押し込みストロークは36mm、すなわち、厚い板厚の1.2倍のストロークに設定した。実施例7と同様の接合強度が得られた。

【0088】（実施例16）実施例7の接合装置の上剪断刃の形状を図27に示すように、刃物のシートバー長手方向の長さの1/3がシートバーと水平な直線、それに続く部分をシートバーから10度の角度を持った直線とし、最終接触部分をR30の円弧で形成した。この接合機を用いて、30tの軟鋼模擬バー材の接合試験をした。ラップ量、押し込みストローク、押し込み速度は実施例7と同条件とした。実施例7より高い接合強度が得られた。

【0089】（実施例17）実施例7の接合装置の上剪断刃の形状を図28に示すように、刃物のシートバー長手方向の形状を多段円弧形状とした。図中R1をR360、R2をR120、R3をR80、R4をR30とし、滑らかな曲線となる形状とした。この接合機を用いて、30tの軟鋼模擬バー材の接合試験をした。ラップ量、押し込みストローク、押し込み速度は実施例7と同条件とした。実施例7より高い接合強度が得られた。

【0090】（実施例18）実施例7の接合装置の上剪断刃の形状を図29に示すように、シートバーとの接触開始部分が接合部ではなく、シートバーの進行方向後部にずらした形状とした。上刃物下部は円弧形状であり、R240mmとした。円弧はバーの垂直方向より10度傾いた線を起点とした。この接合機を用いて、30tの軟鋼模擬バー材の接合試験をした。押し込みストロークを40mm、その他の接合条件は実施例7と同条件とした。実施例7と同等の高い接合強度が得られた。

【0091】（実施例19）実施例7の接合装置の上剪断刃のシートバーの上面方向からみた形状を図30に示

すように三角形状で構成される波形形状とした。バーの横方向からみたバー側の形状は、波形に相当する部分をバーに平行な直線とし、その他の部分は円弧で形成した。下剪断刃のバーの上方向からみた形状は上刃と同じ波形形状である。この接合機を用いて、実施例7と同様なシートバーの接合をした。ストローク、ラップ量などの接合条件は実施例7の場合と同じである。実施例7よりも高い接合強度が得られた。

【0092】（実施例20）実施例7の接合装置の上剪断刃のシートバーの上面方向からみた形状を図31、図34に示すように曲線形状、矩形形状で構成される波形形状とした。バーの横方向からみたバー側の形状は、波形に相当する部分をバーに平行な直線とし、その他の部分は円弧で形成した。下剪断刃のバーの上方向からみた形状は上刃と同じ波形形状である。この接合機を用いて、実施例7と同様なシートバーの接合をした。ストローク、ラップ量などの接合条件は実施例7の場合と同じである。実施例7よりも高い接合強度が得られた。

【0093】（実施例21）実施例7の接合装置の上剪断刃のシートバーの上面方向からみた形状を図33に示すようにバーの進行方向に端部が突き出たV字形状とした。バーの横方向からみたバー側の形状は、V字の底部に相当する部分までをバーに平行な直線とし、その他の部分は円弧で形成した。下刃の形状は上刃に合わせた形状とした。この接合機を用いて実施例7と同じシートバーを実施例7と同じ接合条件で接合した。その後仕上げ圧延をしたところ、実施例7の場合より圧延後の端割れ部が小さくなった。

【0094】（実施例22）実施例7の接合装置の上剪断刃のシートバーの上面方向からみた形状を図34に示すようにバーの進行方向に端部が突き出たV字形状に三角形状で構成される波形を重畳下形状とした。バーの横方向からみたバー側の形状は、V字の底部に相当する部分までをバーに平行な直線とし、その他の部分は円弧で形成した。下刃の形状は、上刃と合わせた形状とした。この接合機を用いて実施例7と同じシートバーを実施例7と同じ接合条件で接合した。実施例7よりも高い接合強度が得られるとともに、仕上げ圧延後の端割れもほとんどみられなくなった。

【0095】（実施例23）実施例1の接合機において、図3の剪断刃（上剪断刃）8と支持台（下剪断刃）9を同時に、接合する金属板に近づく方向に移動させて剪断刃8をバー材の重ね合わせ部に押し込む方式とした。上下の剪断刃の形状、及び押し込み速度、押し込み深さ、ラップ量は実施例1と同様である。ここで、接合機は固定式（すなわちバー材の移動に合わせて接合機本体が移動しない方式）とし、走行中のバー材に対して上下の剪断刃が垂直に動作するような、ベンジラム型の接合機とした。

【0096】すなわち、剪断刃8及び支持台9をクラン

(13)

特開平9-174117

クを用いた速度同調装置を用いてバー材の走行方向に移動（バー材の移動速度に同調させる）させながら、同時に剪断刃、支持台をバー材に垂直に動作させて接合を行う。本実施例においても、バー材の接合強度は実施例1と同程度のものが得られた。

【0097】

【発明の効果】本発明の第1の発明によれば、短時間で十分な強度を有する金属板の接合が可能になる。特に、熱間圧延機と冷間圧延機の間に位置し、それぞれの圧延機の圧延速度が異なることから必要となる、圧延材（シートバーと称する）の接合装置に好適な接合装置を提供することができる。

【0098】また、本発明の第2の発明によれば、接合に要する時間が短いので、圧延設備の全長を短くできる。ルーパーを省略できる。十分な接合強度を得ることができるので、圧延中に接合部が破断し、圧延ロール表面を傷つけることがない。などの効果を得ることができる。

【0099】本発明の第3の発明によれば、強固な金属板同士の接合を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による熱間圧延材の接合機の基本構成を示す図。

【図2】本発明の接合原理を示す図。

【図3】上剪断刃を押し込む場合の上と下剪断刃との位置関係を示す図。

【図4】本発明の接合プロセスの概要を示す図。

【図5】本発明の接合原理を示す図で、塑性流動変形時の圧着過程を示す図。

【図6】本発明による接合作業順序と経過時間の一例を示す図。

【図7】本発明によるバー材の板厚とラップ量の関係を示す図。

【図8】本発明によるバー材への押し込み率と接合強さとの関係を示す図。

【図9】本発明による押し込み速度と接合強さの関係を示す図。

【図10】本発明によるバー材温度と押し込み速度及び接合面の溶融ありなしの関係を示す図。

【図11】本発明の接合機の一例の断面図。

【図12】本発明の接合機の一例の断面図。

【図13】本発明の接合機の一例の断面図。

【図14】本発明の接合機の一例の断面図。

【図15】本発明の接合機の剪断刃形状の一例の断面図。

【図16】本発明の接合機の剪断刃形状の一例の板幅方向から見た断面図。

【図17】本発明の圧延設備の全体図を示す図。

【図18】本発明の実施例による熱間圧延材の接合機の基本構成を示す図。

【図19】本発明の接合機を熱間圧延設備に組み込んだ構成を示す図。

【図20】本発明の接合プロセスの概要を示す図。

【図21】本発明の接合機の一例のシートバーの横方向からみた断面図。

【図22】本発明の接合機の一例のシートバーの横方向からみた断面図。

【図23】本発明の接合機の一例のシートバーの横方向からみた断面図。

【図24】本発明の接合機の一例のシートバーの横方向からみた断面図。

【図25】本発明の接合機の一例のシートバーの横方向からみた断面図。

【図26】本発明の接合機の一例のシートバーの進行方向からみた断面図。

【図27】本発明の接合機の一例のシートバーの横方向からみた断面図。

【図28】本発明の接合機の一例のシートバーの横方向からみた断面図。

【図29】本発明の接合機の一例のシートバーの横方向からみた断面図。

【図30】本発明の接合機の一例のシートバーの上方向からみた断面図。

【図31】本発明の接合機の一例のシートバーの上方向からみた断面図。

【図32】本発明の接合機の一例のシートバーの上方向からみた断面図。

【図33】本発明の接合機の一例のシートバーの上方向からみた断面図。

【図34】本発明の接合機の一例のシートバーの上方向からみた断面図。

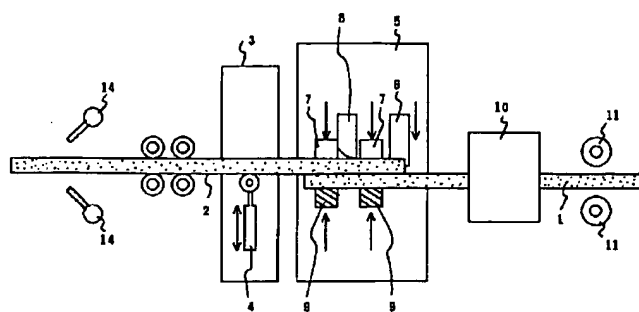
【符号の説明】

1…金属板、3…バー材重ね装置、4…バー材昇降機、5…接合機、6…位置調整機、7…クランプ機構、8、21、38、39、42、44、47、48、49、50、52、54、56、58…上剪断刃、9、25、37、51、53、55、57、59…下剪断刃、10…クロップ分断機、11…レベリングロール、12、13…残材、14…酸化皮膜除去装置、15…中間コイラー、16…レベラー、17…クロップ処理、18、19…仕上げミル、22、41…材料支持側下剪断刃、23…ラップ調節機構、24、36、40…接合面側下剪断刃、26…後行シートバー、27…先行シートバー、28…接合機、29…先行バーデスケーリング機構、30…後行バーデスケーリング機構、31…デスケラー、32…重ね昇降装置、33…加熱機構、34…クロップ処理装置、35…仕上げ圧延機、43…上刃回転動作機構、45…上中央剪断刃、46…独立ストローク調整機能付き端部上剪断刃。

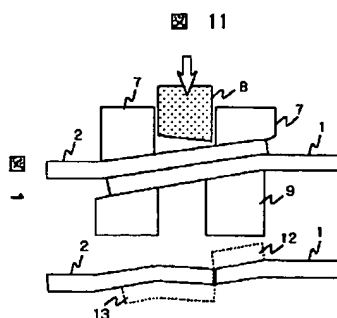
(14)

特開平9-174117

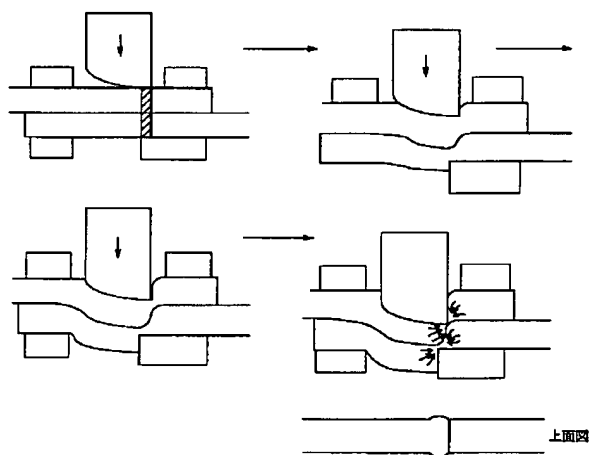
【図1】



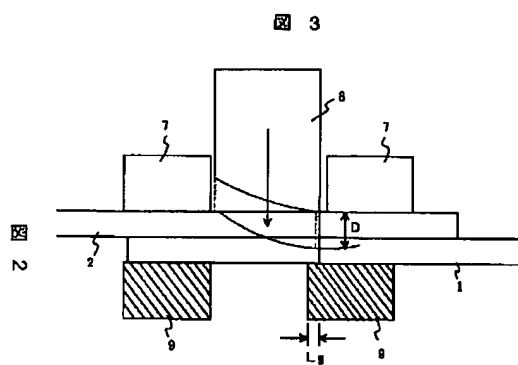
【図11】



【図2】

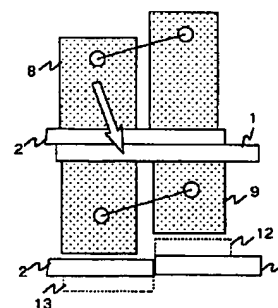


【図3】

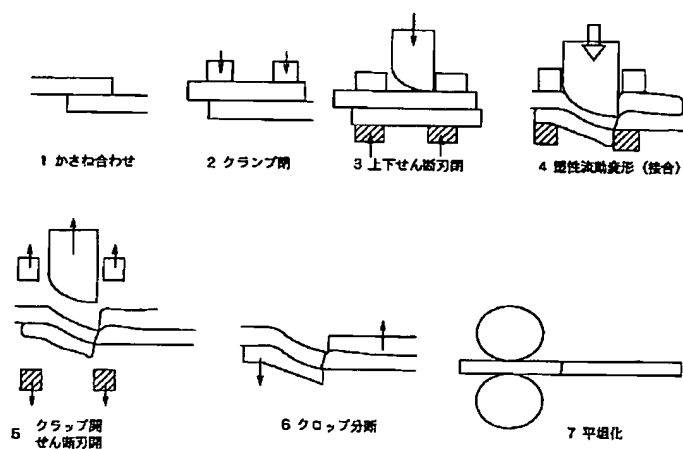


【図12】

図 12



【図4】

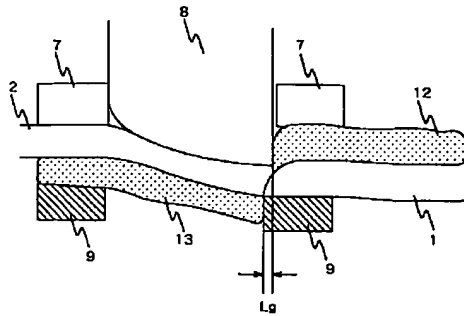


(15)

特開平9-174117

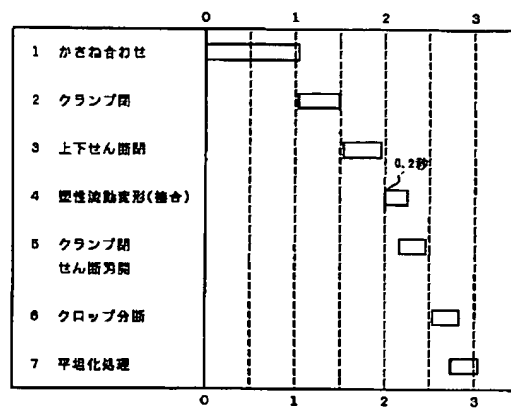
【図5】

図 5



【図6】

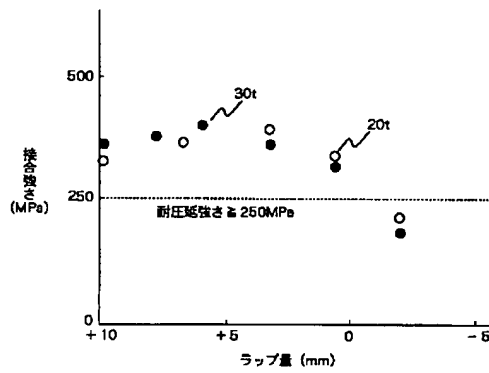
図 6



経過時間 (秒)

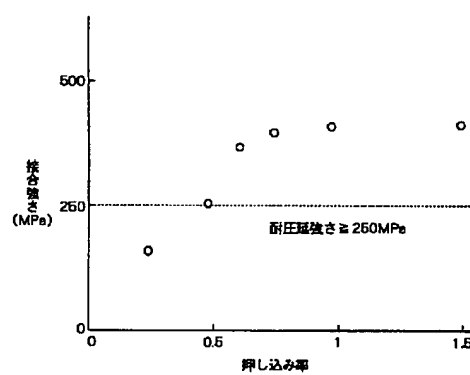
【図7】

図 7



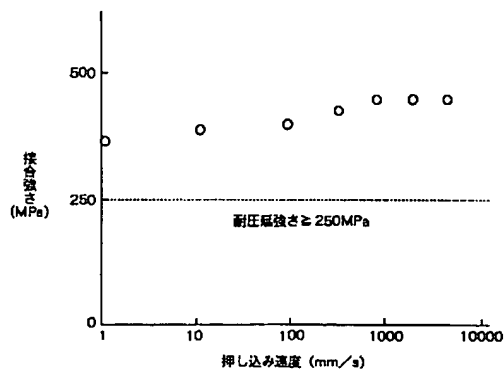
【図8】

図 8



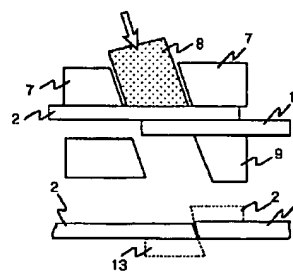
【図9】

図 9



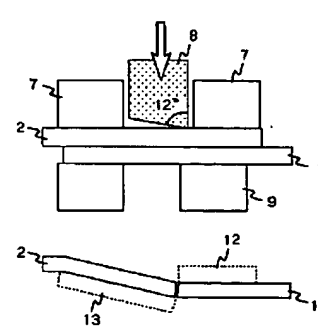
【図13】

図 13



【図15】

図 15



(16)

特開平9-174117

【図10】

【図14】

【図16】

図 10

図 14

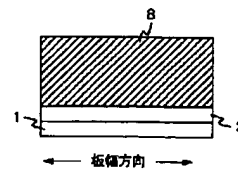
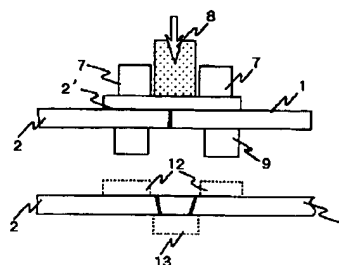
図 16

バー材温度 押し込み速度 (m/s)	(°C)			
	600	800	1000	1200
0.8	●	○	○	○
0.7	●	○	○	○
0.6	●	○	○	○
0.5	●	○	○	○
0.4	●	●	○	○
0.3	●	●	●	●
0.2	●	●	●	●

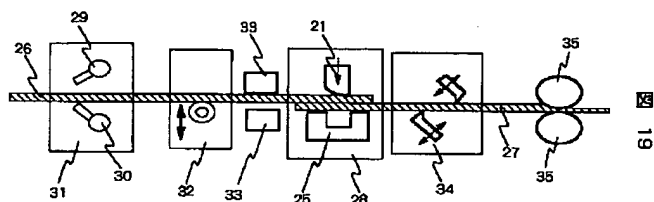
バー材：SS400

○：60%以上溶融

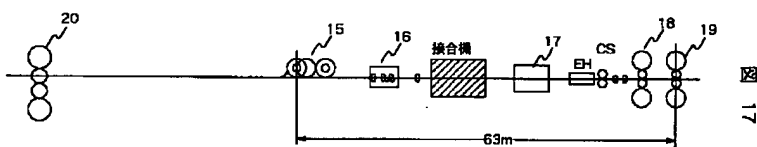
●：60%未満溶融または未溶融



【図19】



【図17】



【図18】

【図21】

図 18

図 21

